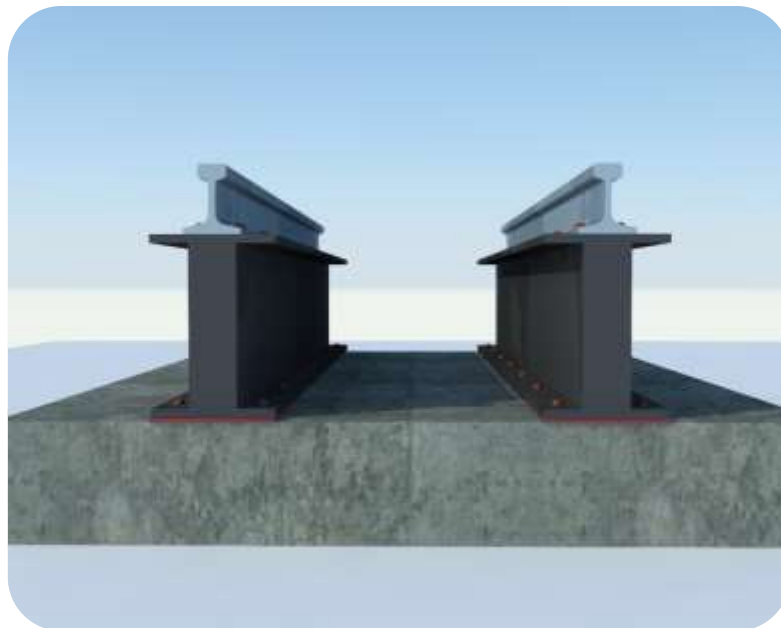


*Diseño De Sistema De Perfil Para Soporte De La Vía Férrea En El
Tramo Ubicado En Salida Del Car-Dumper Doble De Puerto Drummond,
Ciénaga, Magdalena*



**DRUMMOND LTD.
COLOMBIA**



Jhonatan David Núñez Arrieta

*Universidad del Magdalena
Facultad de ingeniería*

**Diseño De Sistema De Perfil Para Soporte De Vía Férrea En El Tramo Ubicado En Salida
De Car-Dumper Doble De Puerto Drummond, Ciénaga, Magdalena**

JHONATAN DAVID NÚÑEZ ARRIETA
Cód. 2007215039

Ing. RAFAEL CASTAÑEDA
Ing. Civil Esp. Gerencia De Proyectos
Tutor

Universidad del Magdalena
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil
Santa Marta D.T.C.H
2018

CONTENIDO

INTRODUCCION

1. OBJETIVOS.....	3
1.1 Objetivo General.....	3
1.2 Objetivos Específicos.....	3
2. JUSTIFICACION.....	4
3. TERMINOLOGIA TECNICA.....	6
4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	9
5. DESCRIPCION DE PROCESOS.....	11
5.1 MINA.....	11
5.2 PUERTO.....	12
5.3 FERROCARRILES.....	13
6 FUNCIONES DEL PRACTICANTE.....	14
7. DIAGNOSTICO.....	15
7.1 COSTO DE MANTENIMIENTO.....	16
8. PROPUESTA.....	17
9. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	19
10. CRONOGRAMA.....	21
11. PRESUPUESTO.....	21
12. IMAPCTOS ESPERADOS.....	22
CONLUSION.....	23
BIBLIOGRAFIA.....	24
ANEXOS.....	25

INTRODUCCION

El transporte de minería es una actividad que ha dejado ver la importancia creciente del ferrocarril para las compañías, por su eficiencia, la misma que justifica entre otras ventajas asociadas a la productividad, su amplia utilización en las grandes minas. Drummond LTD es una compañía privada de explotación y procesamiento de carbón, cuenta con una flota de doce trenes para su transporte, con capacidad de 50 toneladas por vagones, para lo que utiliza una línea férrea a la que por normatividad debe realizar mantenimiento periódico, como en el caso del tramo ubicado a la salida del Car Dumper doble, de Puerto Drummond, Ciénaga, Magdalena, el cual sufre deterioro por el desgaste abrasivo que ocasionan las cargas repetitivas del tren. Las operaciones de tipo correctivo que se realizan, generan la suspensión del transporte vía férrea, pues son trabajos que podrían tener una duración de alrededor de 36 horas. Adicionalmente la maquinaria y mano de obra, significan un gasto que podría superar los 34 millones de peso anuales; razón por la cual se propone en el presente documento, diseñar un sistema de perfiles que actúe como soporte de la vía férrea en el tramo ubicado a la salida del Car-Dumper Doble de Puerto Drummond, con el fin de facilitar las obras de mantenimiento en esta área, obedeciendo a las directrices normativas en ferrocarriles y garantizando la calidad y seguridad del proceso, aportando con este en la minimización de gastos y tiempo, favoreciendo en gran medida la productividad y finanzas de la compañía, la cual está caracterizada por ser una empresa con proyección y expectativas, por lo que resulta indispensable que su sistema de transporte se encuentre en óptimas condiciones, lo que orienta la mejora continua y la búsqueda de soluciones efectivas, a lo que pretende responder la presente propuesta que parte de un diagnóstico y un posterior análisis técnico y económico, con

las expectativas de que la vida útil de este sistema tenga un alcance de tres años lo que refleja una mayor ventaja frente al sistema existente, el cual debe ser corregido anualmente.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de perfiles que actúe como soporte en la vía férrea en el tramo ubicado a la salida de Car –Dumper Doble, con el fin de minimizar costos y tiempo en las obras de mantenimiento anual en Puerto Drummond, Ciénega, Magdalena.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICO

- Realizar el diagnóstico técnico del estado actual y análisis de los APU, teniendo en cuenta los criterios de seguridad, economía y funcionalidad.
- Investigar el comportamiento histórico del método de mantenimiento utilizado actualmente en la salida de Car –Dumper Doble, de Puerto Drummond, para análisis comparativo con el método propuesto.
- Revisión de marco normativo aplicado a ferrocarril, para guardar directrices.
- Diseñar bosquejo arquitectónico del módulo completo en AUTOCAD

2. JUSTIFICACION

El mantenimiento y la reparación, son actividades fundamentales que garantizan el funcionamiento seguro y fiable de todos los sistemas que componen el transporte con vehículos a motor (*Manual de mantenimiento del Dumper TR 100 para la minería. S.F*). Dentro de los cuales se incluye el transporte por vía férrea, para lo cual es indispensable tener conocimiento de los elementos que participan en una red ferroviaria y la manera en que estos funcionan armónicamente como un todo (Manual chileno *Recomendaciones de Diseño para proyectos de infraestructura ferroviaria, 2003*) adicional a esto reconocer su deterioro debido a los efectos de agentes atmosféricos y a las acciones de los vehículos que circulan sobre ellos, de tal manera que para que puedan seguir funcionando, deben ser sometidas a acciones orientadas a asegurar su calidad, lo que se entiende como operaciones de mantenimiento, que a su vez se vinculan a los requerimientos de seguridad para una máxima eficiencia.(Plan de mantenimiento de la vía férrea), pero cuya ejecución implica la suspensión de actividades de transporte y la inversión de sumas que pasan a ser considerables, tal es el caso de los trabajos asociados a mantenimiento que se realizan en el tramo ubicado a la salida del Car-Dumper Doble de Puerto Drummond en Ciénaga Magdalena, el cual en su base de concreto, sufre un desgaste abrasivo por las cargas repetitivas del ferrocarril, cuya corrección se realiza en un tiempo aproximado de 36 horas, en los que las actividades de transporte se suspenden, afectando la productividad de la compañía y obligando a asignar y distribuir recursos que varían de acuerdo a la criticidad, por tal razón y posterior al análisis y evaluación del área mencionada, a través de la recolección de información o datos correspondientes a las fallas y reparación de este tramo, surge la iniciativa de diseñar un sistema de perfiles que actúe como soporte en la vía férrea, del tramo ubicado a la salida de Car –Dumper Doble, con el fin de minimizar costos y tiempo en

las obras de mantenimiento, pues se espera que con este sistema, las tareas se desarrollen de forma más práctica, invirtiendo menos tiempo y como consecuencia la reducción de gastos, inmediato a su ejecución y que la vida útil de este nuevo sistema tenga un alcance de tres años, lo que resulta significativo en materia de economía y productividad a mediano y largo plazo, pues si se compara con el actual sistema, encontramos que a este se le debe realizar mantenimiento con una periodicidad de un año. Lo que demuestra la utilidad de esta propuesta al ser implementada.

3. TERMINOLOGIA TECNICA

Vía férrea: es una infraestructura de transporte que utiliza el ferrocarril para trasladarse de un lado a otro. Esta infraestructura ferroviaria está formada por un conjunto de elementos que dependen de las condiciones del sitio por donde pase dicha vía.

La línea férrea se compone de: rieles, traviesas o durmientes, balasto o balastro y accesorios. Para su confección y construcción es necesario realizar movimientos de tierra, cortes y rellenos, además de obras complementarias como las vistas anteriormente: alcantarillas, puentes, drenajes, túneles, muros de contención.

Rieles: son elementos de acero en forma de barras que permites guiar a la maquinaria del tren a través del camino. Dichos rieles tienen una forma de I o H invertida, sus características de tamaño y resistencia dependen de su uso.

El riel se compone de tres partes básicas: cabeza, alma y patín. La cabeza es el elemento superior y es la sección de rodadura. Alma es la que une el patín con la cabeza.



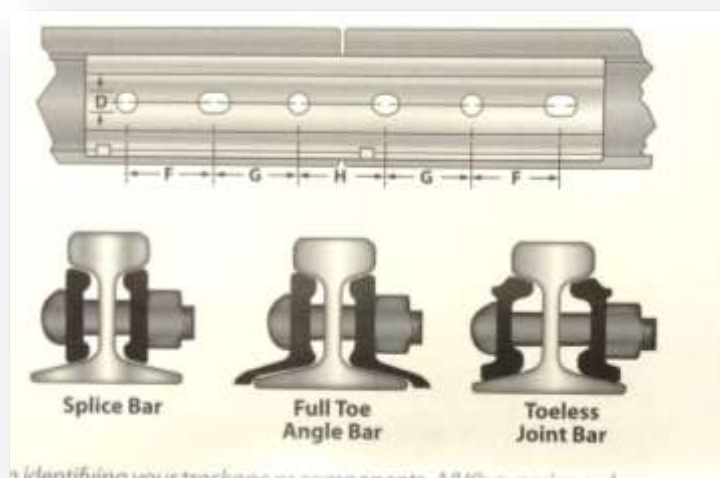
Traviesas/durmientes: estos elementos pueden ser de acero, concreto y madera. Su función es unir los rieles de la vía con el balastro, transmitir las cargas al suelo y mantener el ancho de la vía. Su posición es transversal a los rieles y se colocan alrededor de 1620 por kilómetro.

Las traviesas de acero se encuentran en algunos puntos y se confeccionan con los mismos rieles, sin embargo, por ser dúctiles y no contar con suficiente área de apoyo, aplican mayor carga al terreno.

Balasto o Balastro: esta sección tiene por objeto proporcionar un buen drenaje, para que el agua de lluvia se filtre, llegue hasta la corona y mediante su bombeo, escurra hacia los taludes y finalmente a las cunetas.

El material usado tiene que ser de buena calidad para que permita drenar, transmitir las cargas, limpio de materia vegetal, preferiblemente irregular y confeccionada con piedra triturada y no mayor a un diámetro de 3,81 cm (1 ½”) ni menor a 1,90cm (3/4”).

Eclisas o bridas: son los elementos que sirven o tienen por función unir los rieles entre sí, son sumamente necesarios, pueden ser con placas y pernos con tuercas, estos se usan en las almas del riel y permiten unirse, ya que el riel en sus extremos tiene perforaciones que permiten el paso de los tornillos o pernos.



Detalles de Eclisas “Imagen Tomada De Documentos Drummond”

Car Dumper: Es un mecanismo utilizado para descargar ciertos vagones de ferrocarril, como tolvas, góndolas o camiones. Sostiene el vagón de ferrocarril en una sección de la vía y gira la pista y el automóvil para descargar los contenidos



Fotografía Tomada en campo Puerto Drummond

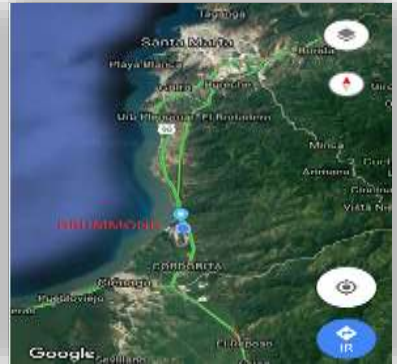
4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Nombre: Drummond LTD.

NIT: 800019085

Ubicación: Km 10 Vía Ciénaga – Santa Marta

Teléfono: (+57-5) 4328000



Fuente: google maps

Reseña

Durante la década de los 80, Drummond Company Inc. evaluó diferentes alternativas de inversión en proyectos carboníferos en varios países del mundo, tanto en el mercado del Pacífico como del Atlántico. Finalmente, en 1987, basándose en factores como el recurso humano, la geología, la tecnología, el acceso al mercado y la sostenibilidad ambiental, consideró a Colombia como la mejor opción.

Drummond Company Inc. constituyó Drummond para el desarrollo de sus proyectos en Colombia y obtuvo, a través de esta sucursal, los derechos para la exploración, explotación y exportación de carbón localizado en el departamento del Cesar, específicamente en el área comprendida entre los municipios de El Paso, La Jagua de Ibirico y Chiriguaná. Esta zona se denominó Mina Pribbenow, también conocida como Proyecto Carbonífero La Loma.

A comienzos de los 90, Drummond realizó los trabajos de exploración de este proyecto, así como estudios socioeconómicos y ambientales en los municipios de influencia. Estas investigaciones permitieron conocer los perfiles de la población en edad de trabajar y la situación social y

económica de sus habitantes. Igualmente, se determinaron condiciones del aire, del agua, de la flora y de la fauna de la región, con el fin de protegerlos o recuperarlos.

En 1995 comenzó la producción y exportación de carbón y desde entonces la presencia de Drummond ha sido importante para la economía regional y nacional. Con el inicio de la producción, la compañía emprende un proceso de mejoramiento continuo y expansión de las operaciones mineras, férreas y portuarias. En 2009 inició la explotación de su segundo proyecto, El Descanso. De hecho, Drummond hoy cuenta con cerca de 2.000 millones de toneladas de reservas en los proyectos La Loma, El Descanso, Rincón Hondo, Similoa y Cerrolargo, los tres últimos en proceso de licenciamiento ambiental.

Paralelo al desarrollo minero está la exploración y desarrollo de proyectos de gas metano asociado a fuentes no convencionales (carbón y gas de esquisto). La compañía cuenta con dos contratos para el desarrollo de este hidrocarburo, uno en el departamento del Cesar y el otro en La Guajira, en asocio con Ecopetrol.

En 2016, Drummond exportó aproximadamente 32.6 millones de toneladas de carbón a clientes en más de 24 países en todo el mundo y actualmente está terminando la construcción de un sistema de cargue directo en Puerto Drummond.

5. DESCRIPCION DE PROCESOS

La compañía tiene operación en las minas Pribbenow y El Descanso, ubicadas en el centro del departamento del Cesar, Colombia. Adicional a estas operaciones mineras en el Cesar, cuenta con Puerto Drummond, un puerto marítimo de aguas profundas en el mar Caribe, ubicado en Ciénaga, departamento de Magdalena. El carbón se transporta directamente desde sus minas hasta este puerto, a lo largo de 193 kilómetros de vía férrea administrada por FENOCO.

5.1 MINA

Durante la década de 1980, Drummond adquiere los derechos mineros de importantes reservas de carbón en el norte de Colombia, cerca de La Loma, Cesar, e inicia su explotación a mediados de la década de 1990.

Las características del carbón se comparan favorablemente con las de otros carbones térmicos comercializados a nivel internacional. De los carbones que se exportan actualmente desde Colombia, el carbón térmico de Drummond tiene uno de los niveles más bajos de azufre y de ceniza. Este carbón cumple con las regulaciones internacionales de azufre, y también es muy bajo en emisiones de óxidos de nitrógeno, cualidades deseables para las plantas generadoras de energía que requieren disminuir emisiones a la atmósfera.

La operación minera en Colombia incluye las minas a cielo abierto Pribbenow y El Descanso, ubicadas en la cuenca de carbón del Cesar. En la actualidad cuenta con reservas de aproximadamente 2 mil millones de toneladas de carbón en sus proyectos La Loma, El Descanso,

Rincón Hondo, Similoa y Cerrolargo; los dos primeros en explotación y los tres últimos se encuentran en el proceso de licenciamiento ambiental.

Una fuerte inversión en infraestructura productiva ha permitido crecer en sus exportaciones de carbón colombiano, desde un millón de toneladas en 1995 a aproximadamente 32.6 millones de toneladas en 2016.

5.2 PUERTO

Drummond tiene una concesión portuaria del gobierno colombiano, Puerto Drummond, un puerto marítimo en el mar Caribe, en Ciénaga, Magdalena. Este terminal marítimo fue diseñado para cargar barcos de todos los tamaños y opera como una instalación de alta capacidad de almacenamiento y carga.

El 31 de marzo de 2014 inicio operaciones portuarias con el primer embarque de carbón a través del sistema de cargue directo. Con dos cargadores de buques, Puerto Drummond tiene una capacidad instalada de 60 millones de toneladas al año.

La transformación del puerto, en el que se invirtieron US\$360 millones, incluyó la construcción del sistema de cargue directo y la expansión del patio de almacenamiento de carbón, entre otras obras.

El muelle cuenta con sistemas de drenaje, contención y manejo de aguas industriales, supresión de polvo y aspersión de agua. Además, el Puerto tiene certificaciones en seguridad industrial y salud ocupacional OHSAS 18001, ISO 14001 y seguridad física y protección portuaria BASC y PBIP.

Actualmente, en Puerto Drummond, podemos almacenar hasta 800.000 toneladas de carbón. Este carbón es almacenado según sus características de calidad, lo que nos permite, en el momento del embarque, preparar mezclas que satisfacen los requerimientos de calidad de cada uno de nuestros clientes.

5.3 FERROCARILES

Cuenta con una flota de doce trenes para transportar el carbón. Cada tren tiene dos o tres locomotoras y entre 124 y 150 vagones, con una capacidad de 50 toneladas por vagón. Para transportar el carbón desde nuestras operaciones mineras hasta Puerto Drummond utilizamos tres instalaciones de cargue de vagones, adyacentes a nuestras minas. Cada instalación de cargue cuenta con capacidad de 6.000 toneladas por hora. Al llegar a Puerto Drummond se descargan los vagones por medio de tres volteadores.

Sus operaciones están equipadas con la última tecnología, lo que permite el cargue de los vagones a una capacidad definida, sin sobrecargas, derrames o retrasos. La carga en cada uno de los vagones se nivela, humecta y compacta como medida de prevención ambiental.

La línea férrea que utiliza está concesionada a Fenoco, con trayectos que han sido ampliados a una doble línea, en más del 63% de la ruta. La construcción de esta segunda línea paralela está en curso y se espera que esté terminada dentro de los próximos 3 años.

6. FUNCIONES DEL PRACTICANTE EN LA COMPAÑÍA

El proceso de prácticas profesionales, en la formación del estudiante, se convierte en una experiencia de enriquecimiento bidireccional con la compañía que brinda la oportunidad. Ese encuentro con la realidad pone a prueba no solo los conocimientos construidos en el ciclo académico, si no su recursividad como aporte significativo para el cumplimiento de los objetivos trazados por la empresa.

Dentro de las funciones ejecutadas como aprendiz en la compañía Drummond LTD se destacan las siguientes:

- ✓ Manejo de base de datos, registro de información de operaciones de ferrocarril
- ✓ Actualización de información, asistencia en actividades socialización de boletines, flashes informativos y de alerta,
- ✓ Diagramas de accidentes a los tripulantes de ferrocarril,
- ✓ Apoyo documental a investigación de incidentes y accidentes.
- ✓ Apoyo operativo en el departamento de mantenimiento de vía férrea en cuanto a diseños, revisiones de acuerdo a la normativa interna ferroviaria, manejo de los procesos de mantenimiento.

7. DIAGNOSTICO

La Compañía Drummond, utilizando técnicas propias establecidas, carga el carbón en vagones directamente desde el depósito y una vez cargados, los trenes mueven el carbón a Puerto Drummond, Ciénaga, Colombia, en donde se descargan en zonas de espera. Cuenta con una flota de doce trenes para transportar el carbón. Cada tren tiene dos o tres locomotoras y entre 124 y 150 vagones, con una capacidad de 50 toneladas por vagón. Para transportar el carbón desde sus operaciones mineras hasta Puerto Drummond utilizando tres instalaciones de cargue de vagones, adyacentes a las minas. Cada instalación de cargue cuenta con capacidad de 6.000 toneladas por hora.

Al llegar a Puerto Drummond se descargan los vagones por medio de tres volteadores (Car-Dumper), es precisamente en la salida de estos, donde se encuentra una estructura compuesta por los rieles, los clips (**ver anexo 6 y 7**) y una lámina con espesor de 1in, adherida a una base de concreto (**ver Anexo 10**), la cual sufre un desgaste abrasivo, como efecto de las cargas repetitivas del tren, originando la necesidad de mantenimiento correctivo anual, lo que representa un cese de actividades para la compañía y un gasto de aproximadamente de 34 millones de pesos (ver Tabla 1) , por cada mantenimiento que se realiza anualmente, proceso que se encuentra descrito en el siguiente cuadro.

7.1 COSTO DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento se hace a la entrada y salida del Car-Dumper

ITEM	DETALLES	Und	C/Dad	P/Unitario	P/ T Costo
1	Limpieza de zona de reparación	m2	16	\$60,000	\$960,000
2	Corte de rieles de ferrocarril con disco abrasivo (óxido de aluminio) in situ	m2	4	\$680,000	\$2,720,000
3	Corte de clips elásticos ferroviarios	Und	60	\$75,000	\$4,500,000
4	Retiro de lámina base de rieles con espesor de 1 in	und	1	\$1,500,000	\$1,500,000
5	Demolición de 20cm de espesor de concreto	m2	16	\$160,000	\$2,560,000
6	Reparación de concreto de 5000 Psi con aditivos secado rápido (12 horas)	m3	4.8	\$2,500,000	\$12,000,000
7	Instalación de placa y rieles de ferrocarril en el tramo de reparación.	und	8	\$435,000	\$3,480,000
8	Equipos de necesarios y maquinas	Jornal	2	\$350,000	\$700,000
9	Transporte	und	1	\$120,000	\$120,000
				Subtotal	\$28,540,000
				AIU	18%
				TOTAL	\$ 33,677,200

Tabla 1

8. PROPUESTA

Luego de establecer un diagnóstico, a través de un análisis técnico y de la recolección de información del comportamiento histórico del tramo, ubicado a la salida del Car-Dumper Doble, de Puerto Drummond y de conocer la descripción detallada del proceso de mantenimiento que se realiza anualmente para corregir la base de concreto, surge la iniciativa de proponer el diseño de un sistema de perfiles que actúe como soporte de los rieles de la vía férrea (**ver Figura modulo 4**). Estos reposaran en la base existente y sobre las almohadillas que permitirán disipar las cargas generadas por la actividad del transporte férreo, prolongando la vida útil de la estructura en comparación con el método utilizado actualmente, lo que por ende minimizara los tiempos y gastos en las obras de mantenimiento.

A continuación, se relaciona el diseño del sistema de perfiles propuesto

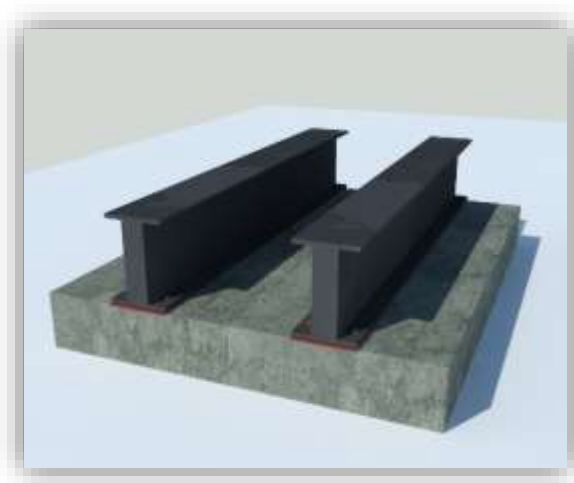


Figura Modulo Fase 1

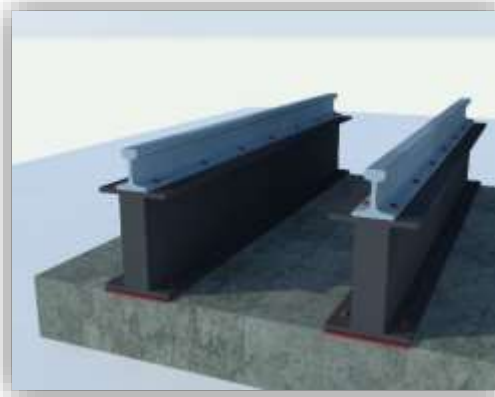


Figura Modulo Fase 2

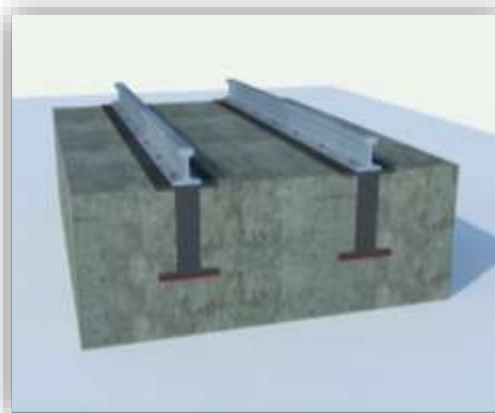


Figura Modulo Fase 3

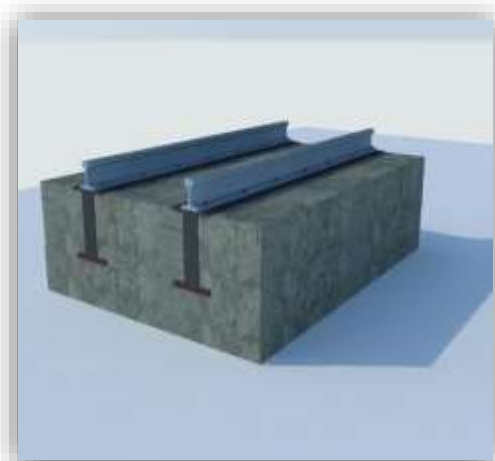


Figura Modulo Fase final

9. DESCRIPCION DE LA PROPUESTA

9.1 DISEÑO

Fase 1 Establecimiento del Diagnóstico: Antes de dar inicio al desarrollo de la propuesta se realizó un análisis técnico e investigación del comportamiento histórico del tramo ubicado en la salida del Car-Dumper Doble, identificando el deterioro abrasivo que sufre el concreto, el cual hace que el mantenimiento correctivo anual tenga complejidad, generando cese en las actividades de transporte durante 36 horas, adicional al gasto de aproximadamente 34 millones de pesos por cada mantenimiento.

Fase 2 Estudio de Factibilidad: Luego de establecido el diagnostico, se estudian las opciones viables para buscar una mejor alternativa que represente menor costo y prolongación de la vida útil del sistema. Esto se realiza bajo la supervisión y con los aportes del asistente de superintendente de mantenimiento de ferrocarril de la compañía, proponiendo un sistema de perfiles apoyadas en almohadillas (**ver anexo 8**) para riel de 115 L sin aislador.

Fase 3 Diseño: En esta fase se realiza diseño del sistema en el programa AutoCad (Ver figura módulo fase 4) teniendo en cuenta el levantamiento de la información en campo.

9.2 EJECUCION

Terminada la etapa de diseño se describe el paso a paso de como de debe realizarse la etapa de ejecución.

Fase 1 Protocolo de seguridad: Por seguridad se debe solicitar los permisos y activar los protocolos que maneja la empresa para la programación de los trabajos de mantenimiento en el Car Dumper doble, bajo la supervisión del superintendente de mantenimiento de vías férreas, posteriores a esto iniciar con la limpieza de la zona de reparación.

Fase 2 Retiro del sistema actual: Esta fase inicia con el retiro del sistema actual el cual implica el corte de los rieles de la vía férrea, retiro de los clip elástico y retiro de la lámina de acero de 1 in de espesor. Para lo que se requerirá de herramientas eléctricas y una pajarita para levantar los elementos de la vía férrea y lamina de acero.

Fase 3 Tareas de demolición: Se procede a las tareas de demolición de 60 cm de espesor de concreto, en el área de aferencia del nuevo sistema para la instalación de los perfiles.

Fase 4 Adecuación de la base de concreto: Se continúa con la adecuación de la base de concreto de 5000 psi para los rieles de soporte para la vía férrea. Una vez fraguado el concreto, se da paso a la instalación del neopreno en la parte inferior de la base de los perfiles.

Fase 5 Instalación del sistema: En esta fase se pasa a la instalación de los perfiles con los pernos tuerca cuadrada, con cuello ovalado y cuello de diamante Resistencia a la tracción 828Mpa (min) con Límite de elasticidad 635Mpa (min) y Elongación 14%(min), anclados con Sika AnchorFix-3001 y luego la instalación de la vía férrea (PERFILES AMERICANOS 115 RE TR 47, peso 65.31 kg/m, HONGO C 3'', BASE-B 139.7mm Y ALMA-D 15.88mm sobre los perfiles anclados con los clips. Unión de la vía férrea con el tramo con eclisas de 6 perforaciones para esta fase paso es necesario el uso de herramientas manuales, eléctricas y la pajarita, con una mano de obra calificada.

9. CRONOGRAMA

Fases de Diseño	Actividad	Meses							
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
I	Establecimiento del Diagnóstico								
II	Estudio de Factibilidad								
III	Diseño								
Fases de Ejecucion									
I	Protocolo de seguridad								
II	Retiro del sistema actual								
III	Tareas de demolición								
IV	Adecuación de la base de concreto								
V	Instalación del sistema								

Tabla 2

11. PRESUPUESTO

ITEM	DETALLES	Und	C/Dad	P/Unitario	P/ Todo costo
1	Limpieza de zona de reparación	m2	16	\$ 60,000	\$ 960,000
2	Corte de rieles de ferrocarril con disco abrasivo (óxido de aluminio) in situ	m2	4	\$ 680,000	\$ 2,720,000
3	Corte de clips elásticos ferroviarios	Und	60	\$ 75,000	\$ 4,500,000
4	Retiro de lámina base de rieles con espesor de 1 in	und	1	\$ 1,500,000	\$ 1,500,000
5	Demolición de 60cm de espesor de concreto	m2	16	\$ 160,000	\$ 2,560,000
6	Reparación de concreto de 5000 Psi con aditivos secado rápido y vaciado final (12 horas)	m3	4.8	\$ 2,500,000	\$ 12,000,000
7	Almohadillas y perfiles	ml	8	\$ 1,855,000	\$ 14,840,000
	Instalación de rieles sobre los perfiles	ml	8	\$ 435,000	\$ 3,480,000
8	Isntalación de eclisas	und	4	\$ 245,000	\$ 980,000
	Equipos de necesarios y maquinas	Jornal	2	\$ 850,000	\$ 1,700,000
9	Transporte	und	1	\$ 120,000	\$ 120,000
Subtotal					\$ 45,360,000
AIU					18%
TOTAL					\$ 53,524,800

Tabla 3

12. IMPACTOS ESPERADOS

- Con la implementación de esta propuesta se espera que la compañía logre la conservación del estado funcional del tramo ubicado en la salida del car Dumper doble, logrando que todas las actividades de mantenimiento que de todas las maneras cuestan, sea minimizado.
- Las tareas de mantenimiento serán más dinámicas y llevadas a cabo en menor tiempo, aumentando la productividad de la compañía en lo relacionado con el transporte a través de vía férrea.
- Con el nuevo sistema se espera que los periodos de mantenimiento pasen de ser anuales a realizarse cada 3 años.
- Mayor estabilidad de soporte en el tramo del nuevo sistema.

CONCLUSION

De la presente propuesta se puede concluir, basados en los análisis hechos para su diseño, que es una estrategia que evidentemente será de gran impacto positivo para la empresa a nivel económico, de eficiencia y producción, ya que genera menos costos, menos tiempo en las tareas de mantenimientos y una vida útil del sistema mucho más amplia que el existente. Sin embargo es importante dejar en este informe las siguientes recomendaciones a la compañía:

- Se recomienda a la compañía realizar un estudio con mayor detalle y que sea más específico sobre la presente propuesta de tal manera que se logre identificar sus ventajas y las posibles dificultades que se puedan generar.
- Adicionalmente es importante contar con un estudio de factibilidad de la implementación del sistema propuesto.
- Realizar estudios y ensayos que permitan determinar con exactitud el tiempo de duración del sistema.

BIBLIOGRAFIA

- **Manual chileno** *Recomendaciones de Diseño para proyectos de infraestructura ferroviaria, 2003*
- **Manual de mantenimiento del dumper TR 100 para la minería. S.F** Disponible en:

http://constructionsupport.terex.com/_library/technical_assistance/terex_equipment_ltd/maintenance_guides/tr/tr100-s.pdf
- **Pérez Barboza J. y Schmidt W.2012** *Diagnóstico Técnico y Análisis de Costos para la Rehabilitación de la Red Ferroviaria en la Sección Cartago-Páez-Yas*

ANEXOS



ANEXO 1



ANEXO 2



ANEXO 3



ANEXO 4



ANEXO 5



ANEXO 6



ANEXO 7



ANEXO 8



ANEXO 9



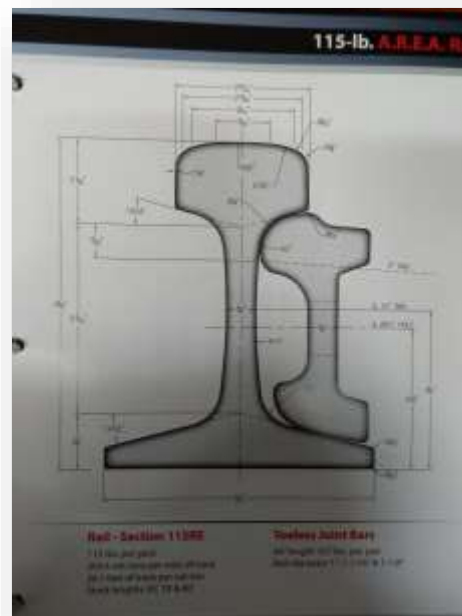
ANEXO 10



ANEXO 11

	GRT. NO. INTRBHG NY. HIGH READING	5%	5	2%	1%	1%	3	1%	2%	10036	100GN	—
		5%	5%	2%	1%	1%	3%	1%	2%	10005	100RT	100E
		5%	5%	2%	1%	1%	3%	1%	2%	10034	100NM	100H
		5%	5%	2%	1%	1%	3%	1%	2%	10032	100RG	100K
101 lb.	DL&W	5%	5%	2%	1%	1%	3%	1%	2%	10133	101DL	10130
105 lb.	DL&W DUDLEY	5%	5%	2%	1%	1%	3%	1%	2%	10533	105DL	105C
		5%	5%	2%	1%	1%	3%	1%	2%	10524	105DY	105B
110 lb.	AREA	6%	5%	2%	1%	1%	3%	1%	2%	11025	110RE	1100
	GR. NO.	6%	5%	2%	1%	1%	3%	1%	2%	11096	110GN	—
	IE. VAL	6%	5%	2%	1%	1%	3%	1%	2%	11031	110LV	110W
112 lb.	AREA	6%	5%	2%	1%	1%	3%	1%	2%	11228	112RE	1121
	TR.	6%	5%	2%	1%	1%	3%	1%	2%	11229	—	1122
113 lb.	SO. PAC.	6%	5%	2%	1%	1%	3%	1%	2%	11322	11327	1130
115 lb.	AREA	6%	5%	2%	1%	1%	3%	1%	2%	11525	115RE	1150
	DUDLEY	6%	5%	2%	1%	1%	3%	1%	2%	11522	115DV	—
119 lb.	AREA	6%	5%	2%	1%	1%	3%	1%	2%	11937	119RE	1190
127 lb.	DUDLEY	7%	6%	3%	2%	1%	4%	1%	3%	12723	127DYM	12722
130 lb.	PS	6%	5%	2%	1%	1%	3%	1%	2%	13031	130PS	1302
	AREA	6%	5%	2%	1%	1%	3%	1%	2%	13025	130RE	1300
131 lb.	AREA	7%	6%	3%	2%	1%	4%	1%	3%	13125	131RE	1311
132 lb.	AREA	7%	6%	3%	2%	1%	4%	1%	3%	13225	132RE	1321
133 lb.	AREA	7%	6%	3%	2%	1%	4%	1%	3%	13325	133RE	1330
136 lb.	AREA	7%	6%	3%	2%	1%	4%	1%	3%	13637	136RE	1360
140 lb.	AREA	7%	6%	3%	2%	1%	4%	1%	3%	14025	140RE	—
141 lb.	AREA	7%	6%	3%	2%	1%	4%	1%	3%	14125	141RE	—

ANEXO 12



ANEXO 13